Aus dem Hygienischen Institut der Universität Marburg
Direktor: Prof. Dr. W. Pfannenstiel.

Tierexperimentelle Untersuchungen über die vitale Beeinflußbarkeit des Calcium-, Phosphat- und Cholesterinspiegels im Serum durch Ultravioletbestrahlung

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
IN DER GESAMTEN MEDIZIN
DER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER PHILIPPS-UNIVERSITÄT MARBURG

vorgelegt von

Hans Richard Vollmer
Med. Prakt. aus Bremen.

MARBURG (LAHN) 1938
BUCHDRUCKEREI HERMANN BAUER

Angenommen von der Medizinischen Fakultät der Philipps-Universität Marburg-Lahn am 24. 1. 1938.

Referent: Professor Dr. Pfannenstiel.

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Die Ergebnisse der Tierversuche, bei welchen die Veränderungen des Calcium-, Phosphat- und Cholesterin-Spiegels im Blut nach Ultra-Violett-Bestrahlung geprüft werden, sind nicht einheitlich. In Anbetracht der klinischen Bedeutung der therapeutischen Anwendung von Ultraviolettlicht erschien der Versuch notwendig, hier Klarheit zu schaffen.

Calcium.

Was die Beeinflußbarkeit des Calciums im Blute anlangt, so stehen sich drei verschiedene Anschauungen gegenüber. Die einen sind der Ansicht, daß U-V-Bestrahlung eine Steigerung hervorruft, die anderen glauben eine Unbeeinflußbarkeit, ja sogar ein Absinken des Serumcalciumspiegels nach Ultraviolettbestrahlung beobachtet zu haben. Eine dritte Gruppe kommt zu keinem ausgesprochen einheitlichen Ergebnis im Sinne der beiden eben angeführten Meinungsrichtungen.

Rothman und Callenberg[1] führten ihre Versuche an kranken Menschen aus und fanden, daß eine einmalige Allgemeinbestrahlung, die eine starke Hautentzündung hervorruft, den Serumkalkspiegel zu einem beträchtlichen Anstieg bringt. Nach dem Verschwinden der Hautreaktionen beobachteten sie Rückkehr des Wertes in normale Grenzen. Setzten diese Forscher die Bestrahlung weiter fort und wurde so erneut eine Dermatitis hervorgerufen, so stieg der Serumkalkspiegel nach kurzem Absinken wieder an.

Rothman und Callenberg sind der Ansicht, daß der Grad der Entzündung und der Pigmentierung von wesentlichem Einfluß auf die Steigerung des Serumcalciumspiegels ist. Allerdings fanden sie auch Steigerungen der Werte nach Bestrahlungen, die so verabreicht wurden, daß es nicht zu lebhaften Reaktionen der Haut kam, sondern eine Pigmentierung nur ganz allmählich erzielt wurde. Fairhall[2] machte Bestrahlungsversuche mit U-V-Licht an Hunden. Seine Versuche erstreckten sich über eine Zeit von 31 Wochen. Er fand dabei ein ganz allmähliches Ansteigen des Calciumspiegels im Blute bis zu einem Punkte, über den hinaus die Steigerung nicht mehr zu vergrößern war. Aehnliche Resultate erzielte er auch, als er Ratten als Versuchstiere wählte. Streimer und Fink[3] haben bei ihren Bestrahlungen Höhensonne, natürliches Sonnenlicht und Kohlenbogenlicht in Anwendung gebracht. Das

Sonnenlicht zeigte dabei die besten Resultate in der Beeinflussung des Serumcalciumspiegels im Sinne einer Steigerung. Nach 20 Bestrahlungen mit der Bach'schen Höhensonne erzielten sie eine Erhöhung um 2,6 mg%. In einigen Fällen von Kohlenbogenlicht-Behandlung konnten sie nach 3wöchentlicher Bestrahlung einen Anstieg von 4,2 mg% beobachten. Malczynski[4] bemerkte deutlichen Calciumanstieg bei Hunden, die er im Juli 9 mal zur Mittagszeit 20—30 Minuten lang der Sonnenbestrahlung aussetzte. Die Hunde waren auf einem 30 mal 15 cm großen Rückenbezirk rasiert. Schultzer[5] zeigte, daß man durch U-V-Bestrahlung von Ratten den Normalkalkspiegel des Serums dieser Tiere auf hypercalcaemische Werte bringen kann. Lesné, Turpin und Zizine[6] erzielten an derselben Versuchstierart eine Steigerung des Calciumgehaltes des Blutes um 10%. Grant und Gates[7] fanden beim Kaninchen Blutcalciumsteigerung, wenn sie die Bestrahlung so einrichteten, daß Schuppung und Pigmentierung der Haut eintrat.

Kroetz[8] ist einer der Forscher, die nach Ultraviolett-Bestrahlung von Menschen, Hunden und Kaninchen, die im Mineralgehalt des Serums nicht gestört waren, ein geringes aber doch deutliches Absinken des Serumkalkspiegels beobachteten. Allerdings bestreitet dieser Autor nicht, daß die bei der Rachitis oder bei der Tetanie herabgesetzten Calciumwerte durch U-V-Bestrahlung wieder auf die Norm zurückgeführt werden können, wie das Woringer[9] in einer Abhandlung beschreibt. Swingle und Rhinhold[10] kamen durch Versuche an Hunden zu denselben Ergebnissen wie Kroetz. Leicher[11] konnte im Falle normaler Ausgangswerte keine Erhöhung des Serumkalkspiegels durch Quarzlampenbestrahlung feststellen. Pincussen[12] fand — allerdings bei einem einmaligen Versuchsgang — nach U-V-Bestrahlung mit der Hanauer Quarzlampe eine außerordentliche Verwässerung des Blutes und dabei eine Abnahme des Eiweißgehaltes. Der Calciumgehalt zeigt keine wesentlichen Veränderungen. Reed und Tweedy[13] banden in die Carotis eine Quarzröhre ein und bestrahlten mit einer Bogenlampe auf diese Weise das Blut unmittelbar. Sie fanden dabei das Blutcalcium unverändert. Henry und Ebeling[14], Denis und Corley[15] stimmen in ihren Anschauungen im wesentlichen mit denen von Kroetz, Swingle und Rhinhold, und Leicher überein.

Essinger und György[16] und ebenfalls Mayerson, Gunther und Laurens[17] behaupten, daß nach einer einmaligen Bestrahlung der Serumkalkspiegel unbeeinflußt bleibt oder eine geringe Abnahme erfährt. Dagegen fanden sie bei stärkerer und wiederholter Bestrahlung eine kleine Zunahme der Serumkalkwerte. Im Gegensatz hierzu fanden Rosso und Cabitto[19] bei Hunden nach Einzelbestrahlung mit der Höhensonne eine Steigerung, nach wiederholten Bestrahlungen eine länger anhaltende Senkung des Calciumspiegels.

Eigene Versuche.

Die Bestrahlungen wurden mit der Kandem-Bogenlampe der Firma Körting und Mathiesen- A-G Leipzig-Leutzsch durchgeführt. Die Kandem-Bogenlampe nach Dr. Mathiesen ist die neuzeitlichste Bogenlampe. Diese künstliche Lichtquelle erscheint am geeignetsten, ein Licht zu erzeugen, dessen Spektrum dem Spektrum des natürlichen Sonnenlichtes am meisten ähnelt. Das Gerät ist für 220 Volt Netzspannung und 18 Ampère Stromstärke geeignet. Es handelt sich bei der Kandem-Lampe um einen Hochspannungseffektlichtbogen mit einer Bogenspannung von 110—120 Volt. Durch diese hohe Bogenspannung wird ein Lichtbogen von ca. 9 cm Länge erzeugt; diese Länge ist zum Teil auch davon abhängig, daß der Lichtbogen in einem Einschlußzylinder aus Metall unter sauerstoffarmen Bedingungen brennt. Der Strahlenaustritt erfolgt durch einen horizontalen im Zylinder angebrachten Schlitz. Der Zylinder bewirkt auch ein ruhiges und gleichmäßiges Brennen der Kohlen und schützt die Luft des Bestrahlungsraumes vor freiwerdenden Gasen. Die Kohlen stehen sich in dem Zylinder horizontal gegenüber. Die Zündung und Nachregulierung erfolgt vollkommen automatisch. Bei meinen Bestrahlungen kamen Effektkohlen zur Verwendung. Effektkohlen sind Kohlen, die mit Metallsalzen imprägniert sind. Ich brachte Wolfram- und Eisenkohlen in Anwendung, weil diese Metalle beim Verbrennen eine besonders starke ultraviolette Strahlung aussenden. Bei λ 386 mμ befindet sich ein Maximum der starken Ultravioletteemission. Das Dornogebiet ist im Spektrum dieser Lampe auch stark betont, dagegen tritt die Ultrarotstrahlung so wenig in Erscheinung, daß bei der Bestrahlung keine unangenehme Wärmewirkung auftritt. Die sichtbare Strahlung ist in reichlichem Maße vorhanden. Mit dem von der I. G. Farbenindustrie A. G. hergestellten U-V-Dosimeter konnte ich an unserer Lampe 16—17 U-V-Einheiten Erytheme erzeugender Strahlen messen.

Versuchstiere.

Ich verwendete zu meinen Untersuchungen junge Schweine. Die geringe Behaarung dieser Tiere gestattet eine Bestrahlung der Epidermis ohne vorheriges Rasieren. Dadurch wird die Erzeugung unphysiologischer Verhältnisse verhindert, wenn man davon absieht, daß nach Entfernung der Borsten mittels Schere ein handflächengroßer Bezirk der Rückenhaut frei gelegt wurde. Meine Untersuchungen führte ich an 7 Schweinen durch. Im ersten Teil meiner Versuche arbeitete ich mit vier Tieren. Zwei Ferkel wurden bestrahlt und zwei blieben als Kontrolltiere ohne Lichteinwirkung. Im zweiten Teil der Untersuchungsfolge — ungefähr $1^1/_2$ Monate später — wurden 3 Tiere zu den Versuchen herangezogen; davon wurden zwei Ferkel bestrahlt und das dritte Tier diente als Kontrolle. Die vier Versuchstiere des ersten Teiles meiner Unter-

suchungen waren ca. 8 Wochen alt, als mit den Versuchen begonnen wurde; die 3 Ferkel des zweiten Versuches ca. 6 Wochen.

Mangelfütterung und sonstige Lebensbedingungen der Versuchstiere.

Um bei allen Versuchstieren zunächst den Mineralgehalt des Blutserums umzustimmen und um sie damit in einen dem kranken Menschen vergleichbaren Zustand zu versetzen, bekamen die ersten 4 Versuchstiere 3 mal am Tage einen kleinen Eimer voll Wasser, in welchem sich für jedes Tier eine handvoll autoklavierten Hafers und $^1/_8$ Liter autoklavierter Milch befanden. Die 3 Ferkel des zweiten Teils der Versuchsreihe bekamen nur 2 mal am Tage einen Eimer voll von der oben angegebenen Nahrung. Durch diese Ernährungsweise gelang es mir, das Wachstum der Tiere stark zu verlangsamen. Größe sowie Gewichtszunahme blieben weit hinter den Zahlen der Normaltiere zurück. Eine Sektion nach Beendigung des Versuchs fand nicht statt. Es gelang mir nicht — auch nicht mit der verschärften Mangelfütterung im 2. Versuchsteil — eine experimentelle Rachitis oder Tetanie zu erzeugen. Keinerlei Veränderungen an den Knochen im Sinne einer Rachitis waren festzustellen. Sinclair[18] fand ähnliche Verhältnisse bei im Herbst geworfenen Ferkeln, die bei Sonnenlichtmangel aufwuchsen. Meine Versuchstiere hielt ich in einem 2,5 qm großen, durch 2 Fenster gerade ausreichend erhellten Stall, ohne freien Auslauf. Sie waren so auch keiner unmittelbaren Sonnenbestrahlung ausgesetzt. Um jegliche Möglichkeit der Vitaminaufnahme zu verhindern, wurde der Stall mit Torfstreu beschickt. Die Zeit der Mangelfütterung bis zum Beginn der Bestrahlungen und Untersuchungen betrug in beiden Versuchsteilen ca. 20 Tage. Während der Bestrahlungs- und Untersuchungszeit wurde natürlich die Mangelfütterung weiterhin durchgeführt. Diese Zeit betrug bei den ersten 4 Versuchstieren 20 Tage, bei den folgenden 3 Tieren 11 Tage.

Bestrahlungsmethodik.

In beiden Versuchsteilen wurden immer 2 Tiere bestrahlt und zwar gleichzeitig, in einer sogenannten Schweinefalle nebeneinanderliegend. Die Schweinefalle war so gestellt, daß die Strahlen hauptsächlich auf die Rückenfläche der Tiere fielen. Der Flammenbogen der Kandem-Bogenlampe befand sich im ersten Versuchsteil in einer Entfernung von 75 cm, im zweiten Versuchsteil in einer Entfernung von 50 cm von der Rückenfläche der Tiere. Die Bestrahlungsdauer veränderte ich im Laufe der Untersuchungen in weitgehendstem Maße. Auch variierte ich die Zeit, nach welcher die Blutentnahmen nach der Bestrahlung erfolgten. Dann ließ ich auch Veränderungen in der Weise eintreten, daß ich nicht nach jeder Bestrahlung eine Blutentnahme vornahm, sondern erst nach der Summierung einer bestimmten Anzahl von Bestrahlungen wieder eine Entnahme von Blut durchführte.

Die Methodik der Blutentnahme bei den Versuchstieren.

Bei Ferkeln ist es äußerst schwierig, für die Punktion geeignete Blutgefäße zu finden. Die allein sichtbaren Ohrvenen sind für die Punktion ungeeignet, da sie bei der Aspiration der Spritze kollabieren. Aus diesen Gründen entnahm ich das Blut aus dem Schwanz. Nach sorgfältiger Reinigung mit Alkohol und Aether schnitt ich ein Stück des Schwanzes mit der Schere ab und fing das entströmende Blut in Wassermann-Röhrchen auf. Nach der Entnahme wurde die Blutung durch Abbinden wieder zum Stehen gebracht. Die Blutentnahmen erfolgten im Nüchternzustand der Tiere und nach Möglichkeit immer zur gleichen Tageszeit.

A. Calcium.

Untersuchungsmethode.

Die Calciumbestimmung führte ich nach der Methode von De Waard aus.

Aus 1 ccm Serum wird mittels 1 ccm gesättigter Ammoniumoxalatlösung — während das Gemisch 24 Stunden im Eisschrank steht — das gesamte Calcium des Serums als Calciumoxalat ausgefällt. Nachdem das ausgefällte Calciumoxalat mit 2% Ammoniaklösung verschiedentlich ausgewaschen ist, damit noch vorhandene Eiweißreste beseitigt werden, wird der Niederschlag vermittels halbkonzentrierter Schwefelsäure gelöst und die Oxalsäure des Niederschlags mit n/100 normaler Kaliumpermanganatlösung titrimetrisch bestimmt. Um die Bestimmungen möglichst genau werden zu lassen, habe ich die De Waard'sche Methode in verfeinerter Form angewandt. Dabei wurde die Menge des Kaliumpermanganats, welche der eine ccm halbkonzentrierter Schwefelsäure, in der das Calcium gelöst ist, verbraucht, gesondert bestimmt und dann in Abrechnung gebracht. Außerdem wird genau so die durch den einen ccm halbkonzentrierter Schwefelsäure bei der Titerbestimmung zu viel verbrauchte Kaliumpermanganatlösung festgestellt und dann wieder abgezogen. Die De Waard'sche Methode liefert auf diese Art und Weise äußerst genaue Ergebnisse.

Die Ergebnisse bei den Calcium-Bestimmungen und ihre Auswertung.

Nach Brinkmann und Billigheimer[20] findet man bei der gleichen Tierart und beim gleichen Individuum eine ziemliche Konstanz des Serumcalciumspiegels. Die Calciumwerte des Serums bei den unbehandelten, normalen Versuchstieren lagen nach meinen Bestimmungen zwischen 7,5 und 8,5 mg%. Der Durchschnittswert meiner Untersuchungen ist 8 mg%. Diese Zahlen sind etwas niedriger als der von Schulz und Krüger[21] angegebene Wert von

9,2 mg%. Die Differenz läßt sich vielleicht durch die Anwendung verschiedener Untersuchungsmethoden erklären. Das gilt auch für die Ergebnisse von Krauß[22]. Er hat an hundert Schweinen, die im Durchschnitt 9 bis 12 Monate alt waren, nach der Methode von Pincussen Werte gefunden, die zwischen 5,37 und 12,70 mg% schwankten, mit einem Mittelswert von 10,92 mg%.

Einfluß des Wachstums.

Es erhebt sich die Frage, ob durch das Heranwachsen der Tiere physiologische Schwankungen im Calciumspiegel des Blutserums auftreten. Leider mußte ich mich aus zeitlichen Gründen in diesem Punkte ganz auf die Angaben anderer Autoren verlassen. Cahane[23] fand bei Meerschweinchen, Kaninchen, Katzen und Hunden eine Verminderung des Blutcalciums mit zunehmendem Alter. Er stellte sogar eine Beeinflussung durch jahreszeitliche Veränderungen fest, was ich in meinen Betrachtungen aber unberücksichtigt lassen kann, da meine Versuche sich nicht über einen sehr langen Zeitabschnitt erstreckten. Rominger und Meyer[24] haben die Aenderungen im Calciumspiegel beim Wachstum des menschlichen Säuglings untersucht und fanden eine Senkung des Calciums von der 6. Lebenswoche an, die dann aber wieder einer Zunahme Platz machen soll. Ich bin der Ansicht, daß ich die Verschiebungen im Calciumspiegel durch Aelterwerden der Versuchstiere unberücksichtigt lassen kann, da jeder Versuchsteil nicht mehr als $1^1/_2$ Monate in Anspruch nahm.

Beeinflussung des Calciumspiegels durch Mangelfütterung.

Von großem Interesse ist es, festzustellen, wie die Mangelfütterung sich auf den Calciumgehalt des Serums auswirkt. Bei allen Versuchstieren sowohl des ersten wie auch des zweiten Versuchsteiles ist zu Beginn der Bestrahlungen ein Abfall gegenüber den Normalwerten erzielt worden.

Aus den Tabellen I a und II a und dem zugehörigen jeweiligen Kurvenabschnitt geht die Senkung der Calciumwerte bis zum Bestrahlungsbeginn hervor. Man sieht aber auch, daß während der Mangelfütterung der Abfall kein gleichmäßiger ist, sondern daß auch gewisse Schwankungen nach oben hin zu verzeichnen sind. Aehnliche Erfahrungen machte Goto.[25] Er fand, daß Hunger bei Kaninchen nach 10 Tagen die Calciumwerte zum Absinken brachte. Morgulis und Perley [26] und Morgulis und Bollman[27] stellten bei Hunden, die stark ausgehungert wurden, einen Abfall der Calciumwerte fest. Bei Versuchen an Katzen fanden sie dieselben Verhältnisse. Meglitzky[28] kam durch Versuche an Katzen zu ähnlichen Ergebnissen. Bei den Untersuchungen dieser letztgenannten Forscher zeigten sich auch in einigen Fällen — wie in

meinen Ergebnissen — vorübergehende Anstiege der Calciumwerte während der Aushungerung.

Der Einfluß der Bestrahlungen.

Die beiden Versuchstiere des ersten Versuchsteiles wurden zunächst mit 3 Bestrahlungen, die 15 Minuten, 20 Minuten und 30 Minuten dauerten, bei einer Entfernung von 75 cm behandelt. Es wurde hierbei ein leichtes bis mittleres Erythem erzielt, auf das keine Pigmentierung oder Schuppung erfolgte. Nach 5 und 24 Stunden wurden nach jeder dieser 3 Bestrahlungen 2 Blutentnahmen vorgenommen und ausgewertet. Bei den Untersuchungen zeigte sich keine einheitliche Reaktion des Calciumspiegels auf die Bestrahlung, sodaß man keine festen Schlußfolgerungen hätte ziehen können. Nach der ersten Lichteinwirkung sah ich, sowohl 5 wie 24 Stunden nach der Bestrahlung keinen sichtbaren Erfolg. Nach der 2. Bestrahlung wurde eine vorübergehende Steigerung erzielt. Das dritte 30 Minuten dauernde Lichtbad zeigte nach 24 Stunden bei dem einen Tier einen erneuten Anstieg, beim anderen eine Fixierung des Calciumspiegels auf hohen Werten. Diese Ergebnisse stehen im Gegensatz zu den Resultaten von Rothman und Callenberg[1], die schon nach einmaligen, kräftigen, entzündungsbringenden Bestrahlungen starke Anstiege der Calciumwerte erhielten. Ich muß mich den Anschauungen von Essinger und György[16], Mayerson, Gunther und Laurens[17] anschließen, die sich für eine Unbeeinflußbarkeit des Serumcalciums nach einmaligen Bestrahlungen entschieden.

Dann ließ ich an 6 aufeinander folgenden Tagen eine Serie von 6 Bestrahlungen zu je 45 Minuten, 30 Minuten, 45 Min., 60 Min., 60 Min. und 30 Minuten auf diese 2 Versuchstiere einwirken. Die Blutentnahmen folgten 5 und 24 Stunden nach der letzten Bestrahlung. Bei dieser Bestrahlungsserie wurden Erytheme starken Grades beobachtet. Eigenartigerweise verliefen die weiteren Hautreaktionen bei den Ferkeln ohne Blasenbildung, ohne wesentliche Pigmentierung und ohne auffällige Schuppung. Nach dieser Bestrahlungsserie zeigte sich ein eindeutiges Anwachsen der Calciumwerte der bestrahlten Ferkel gegenüber denjenigen der unbestrahlten Tiere.

Betrachtet man die Tabelle Ib und die graphische Darstellung, so sieht man, daß im allgemeinen die Kurven der bestrahlten Tiere ziemlich gleichsinnig verlaufen, um schließlich auf Zahlen zu kommen, die den Werten der Normaltiere und denen der unbestrahlten Tiere gegenüber eine Steigerung bedeuten. Es kann sich natürlich hierbei aus biologischen Gründen — wie das auch von Streimer und Fink[3] betont wird — nicht um ein extremes Hinaufschrauben des Calciumspiegels handeln. Die Kurven der unbestrahlten Kontrolltiere verlaufen uncharakteristisch und enden mit niedrigen Werten. Durch die Ergebnisse muß ich der Ansicht von

Tabelle I a.

Versuchstage		Calciumwerte des ersten Versuchsteils vor Beginn der Bestrahlung, in mg% Tier 1	Tier 2	Tier 3	Tier 4
1	Werte der normalen	8,10	8,10	8,30	8,10
9	Tiere	7,50	7,50	7,50	7,50
13	Werte im Verlauf	8,10	7,92	7,60	7,92
20	der	8,04	6,50	6,50	6,50
30	Mangelfütterung	7,59	7,13	6,51	4,96

Tabelle I b.

Versuchstage	Untersuchungen	Entnahme	Calciumwerte während der Bestrahlung im ersten Versuchsteil, in mg% Tier 1	Tier 2	Tier 3	Tier 4
33	nach der	5 Std. n. B.	7,26	6,37	6,37	6,96
34	1. Bestrahlung	24 Std. n. B.	7,07	6,62	5,56	9,02
37	nach der	5 Std. n. B.	8,16	8,96	8,80	8,00
38	2. Bestrahlung	24 Std. n. B.	7,46	8,20	7,16	6,42
41	nach der	5 Std. n. B.	7,03	8,27	7,34	6,40
42	3. Bestrahlung	24 Std. n. B.	8,42	8,12	6,16	5,72
48	n. einer Serie v. 6 Bestrahl.	5 Std. n. B.	8,15	8,77	7,07	5,69
49	an aufeinander folg. Tagen	24 Std. n. B.	8,84	8,84	6,36	6,20
			bestrahlt		unbestrahlt	

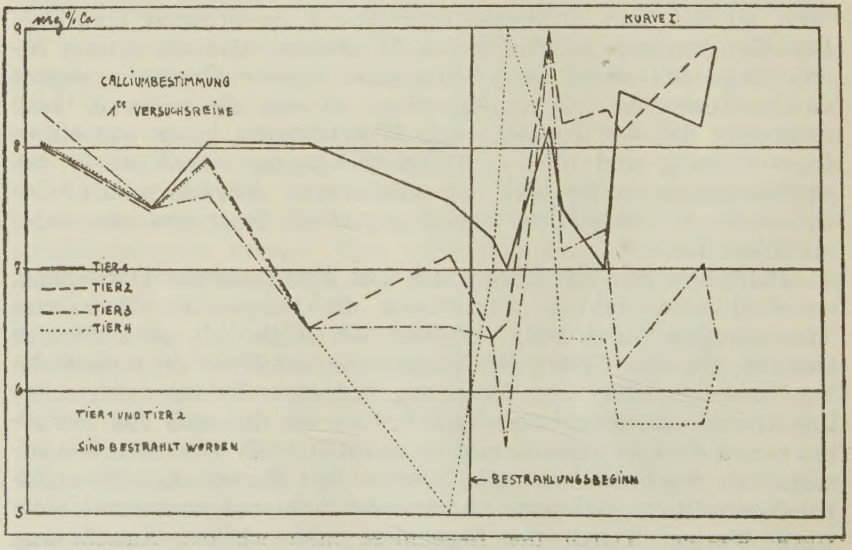
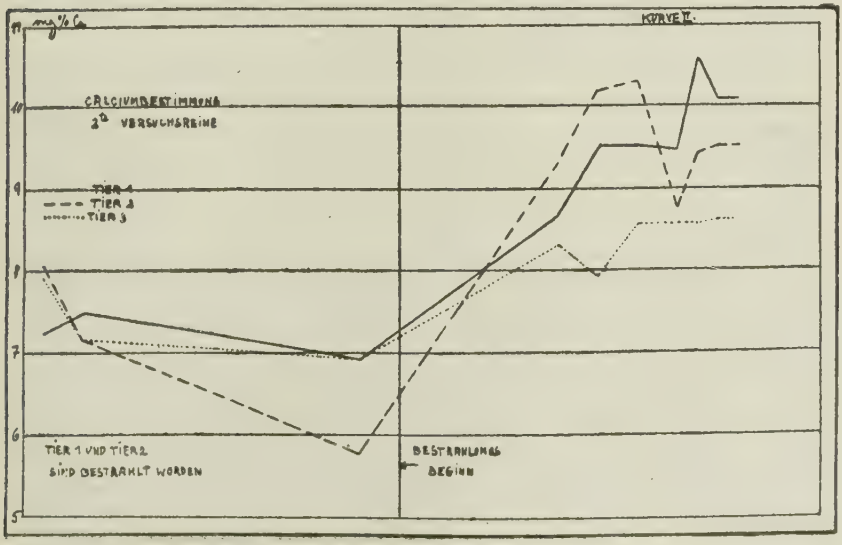


Tabelle II a.

Versuchstage		Calciumwerte des zweiten Versuchsteils vor Beginn der Bestrahlung, in mg% Tier 1	Tier 2	Tier 3
1	Werte im Verlauf	7,25	8,06	7,89
2	der	7,48	7,17	7,17
9	Mangelfütterung	6,88	5,76	6,88

Tabelle II b.

Versuchstage	Untersuchungen	Entnahme	Calciumwerte während der Bestrahlung im zweiten Versuchsteil, in mg% Tier 1	Tier 2	Tier 3
14	nach der 5. Bestrahlung	60 Min. n. B.	8,66	9,29	8,34
15	nach der 6. Bestrahlung	45 Min. n. B.	9,45	10,23	7,90
16	nach der 7. Bestrahlung	45 Min. n. B.	9,53	10,31	8,59
17	nach der 8. Bestrahlung	90 Min. n. B.	9,37	8,75	8,59
17	nach der 9. Bestrahlung	30 Min. n. B.	10,62	9,37	8,59
18	nach d. 10. Bestrahlung	45 Min. n. B.	10,15	9,49	8,61
18	nach d. 11. Bestrahlung	10 Min. n. B.	10,15	9,50	8,61
				bestrahlt	unbestr.



Essinger und György[16] und der von Fairhall[2] zustimmen, welche Steigerungen des Serumcalciumspiegels auch erst nach mehrfachen starken Lichtgaben beobachteten. Nicht erklärlich ist mir die Behauptung von Rosso und Cabitto[18], die nach Einzelbestrahlung Steigerung und nach Mehrbestrahlung Abfall der Serumkalkwerte beobachtet haben wollen.

Im zweiten Teil der Untersuchungen wollte ich sehen, ob es mir durch Serienbestrahlungen wieder gelingen würde, den Calciumspiegel des Serums auf ein höheres Niveau zu bringen. An 5 aufeinanderfolgenden Tagen bestrahlte ich die beiden Ferkel 60 Min., 45 Min., 35 Min., 45 Min. und 60 Minuten lang. Am 5. Tage folgte 60 Minuten nach der Bestrahlung eine Blutentnahme und Untersuchung. An den beiden folgenden Tagen fanden weitere Bestrahlungen und Blutentnahmen statt und zwar hatten die Lichtbäder eine Dauer von je 45 Min.; die Blutentnahmen folgten am 1. Tage 20 Minuten und am 2. Tage 45 Minuten nach der Lichteinwirkung. Zum Abschluß fanden an den beiden letzten Tagen je 2 Bestrahlungen statt. Die Belichtungsdauer betrug dabei 60 Minuten, 45 Min., 60 Min. und 60 Minuten. Nach jeder dieser 4 Bestrahlungen folgte eine Blutentnahme und zwar fand sie entsprechend 90 Minuten, 30 Min., 45 Minuten und 10 Minuten später statt. Die bei diesen Lichtbädern erzielten Hauterytheme waren meist von größerer Stärke.

Aus der Kurve II und den Tabellen II a und II b ist ersichtlich, daß es auch hier gelang, durch die Mangelfütterung bis zum Bestrahlungsbeginn einen Abfall der Calciumwerte zu erzielen und dann durch die Bestrahlung mit ultraviolettem Licht eine Steigerung auf Werte, die über denen der Normaltiere und denen der Kontrolltiere liegen, herbeizuführen. Damit fand ich also die Ergebnisse aus dem ersten Versuchsteil bestätigt.

Zum Abschluß meiner Erörterungen über die Beeinflußbarkeit des Serumcalciums durch Bestrahlung mit ultraviolettem Licht möchte ich noch die Theorien anführen, die zur Erklärung des Wirkungsmechanismus dieser Veränderungen im Calciumspiegel aufgestellt wurden. Rothman und Callenberg[1] sind der Ansicht, daß die Wirkung in der Hauptsache dem autonomen Nervensystem zuzuschreiben ist, und zwar bewirkt die durch die Belichtung dabei entstehende Lähmung des Hautsympathicus eine Konzentrationsverminderung des Calciums an dieser Belichtungsstelle und verursacht somit eine Vermehrung des Blutkalkes durch Ausschwemmung in die Blutbahn. Von anderer Seite werden Vitamineinflüsse für den Kalkanstieg verantwortlich gemacht. Durch die Bestrahlung mit ultraviolettem Licht entsteht aus dem Ergosterin das Vitamin D und dieses soll auf den Calciumspiegel im Sinne einer Steigerung wirken. Eine restlose Klärung des Wirkungsmechanismus der bei diesen Vorgängen in Frage kommt, ist noch der Zukunft vorbehalten.

B. Anorganischer Phosphor.

Die Ansichten der Autoren über die Beeinflußbarkeit des anorganischen Serumphosphors durch ultraviolette Strahlen zerfallen in 2 Gruppen; die eine stellt eine Einwirkung im Sinne einer Steigerung fest, die andere ist von der Unbeeinflußbarkeit oder sogar von einem Absinken des anorganischen Serumphosphors überzeugt.

Kroetz[8] fand bei Anwendung stärkster Strahlendosen eine regelmäßige Zunahme des anorganischen Phosphors im Serum von Hunden und Menschen. Cori und Pucher[29] erzielten durch Röntgenstrahlen Erhöhung des anorganischen Serumphosphors von über 100%. Kramer[30] stellte bei rachitischen und tetanischen Kindern, die er mit Quarzlampe und mit Sonnenlicht behandelte, im Verlaufe der Heilung ein rasches Ansteigen des anorganischen Serumphosphors auf normale Werte fest. Lasch[31] machte ebenfalls Untersuchungen an rachitischen Säuglingen, die er jeden 2. Tag mit der Höhensonne bis zu 60 Minuten bestrahlte; dabei zeigte sich eine erhöhte Phosphorretention, die sich über die klinische Heilung hinaus erstreckte. Frontali[32] kam zu denselben Ergebnissen wie Kramer und Lasch. Eine einzige Bestrahlung mit ultraviolettem Licht reichte in seinen Untersuchungen dazu aus, um eine bemerkenswerte Vermehrung des anorganischen Phosphors im Serum zu erzielen. Stiemens und Heringa[33] bemerkten, daß ultraviolette Strahlen, die bei normalen 20jährigen Männern ein Erythem erzeugten, den anorganischen Phosphor des Serums im Sinne einer Steigerung beeinflussen. Mayerson, Gunther und Laurens[17] sahen nach einmaliger Bestrahlung eine geringe Erhöhung des Serumphosphatspiegels bei Hunden. Wiederholte Bestrahlungen führten zu weiterer Steigerung. Schultzer[5] erzielte durch die ultravioletten Strahlen bei Ratten, die unter Mc. Collum'scher rachitogener Kost standen, eine Erhöhung des Phosphatgehaltes des Serums von 5,6 mg% auf den normalen Wert 10,0 mg%. Orr, Magee und Henderson[34] beobachteten nach Kohlenbogenlampenbestrahlung von Ferkeln eine starke Phosphorretention bei diesen Tieren.

Forscher, die eine Beeinflussung des anorganischen Serumphosphors leugnen, sind Essinger und György.[16] Diese konnten auf einmalige schwächere oder stärkere Bestrahlung weder bei normalen Erwachsenen noch bei Rachitikern oder Tetanikern eine auffälligere Aenderung im Gehalt des Serums an anorganischem Phosphor feststellen. Malczynski[4] sah sogar eine geringe Abnahme des Phosphorgehaltes und zwar an Hunden, die er 9 mal zur Mittagszeit 20—30 Minuten lang der Sonnenbestrahlung aussetzte. Diese Abnahme des Phosphors stellte sich erst 3—4 Wochen nach Beginn der Bestrahlung ein. Henry und Ebeling[13] sind auch von der Unbeeinflußbarkeit des Serumphosphorspiegels durch Ultraviolettbestrahlung überzeugt.

Eigene Untersuchungen über die Beeinflußbarkeit des anorganischen Serumphosphors durch Ultraviolettbestrahlung.

Die Phosphor- wie auch die Cholesterin-Untersuchungen, über die ich zum Schluß berichten werde, laufen parallel zu den Calciumuntersuchungen, d. h. von jeder entnommenen Blutprobe wurde eine Calcium-, Phosphor- und Cholesterin-Bestimmung durchgeführt.

Methode der anorganischen Phosphorbestimmung.

Die Bestimmung des anorganischen Phosphors wurde nach der Methode von Müller[35] mit dem Stufenphotometer nach Pulfrich gemacht. Durch Fällung der Eiweißkörper aus 0,4 ccm Serum mittels 7,6 ccm 10%iger Trichloressigsäure gelangt der anorganische Phosphor in das Filtrat. 2 ccm dieses Filtrates (= 0,1 ccm Serum) werden mit 1 ccm Phosphorstandardlösung (= 0,01 mg Phosphor), 0,5 ccm Ammoniummolybdatlösung und 0,4 ccm eines Reduktionsmittels (Amidol-Entwickler, Agfa) zusammengebracht. In gleicher Weise wird eine Vergleichslösung hergestellt, bei der die 2 ccm des Filtrats durch destilliertes Wasser ersetzt werden. Jetzt

Tabelle III a.

Versuchstage		Anorganische Phosphorwerte des ersten Versuchsteils vor Beginn der Bestrahlung, in mg%			
		Tier 1	Tier 2	Tier 3	Tier 4
1	Werte der normalen	9,92	8,73	8,73	8,84
9	Tiere	8,84	8,84	9,81	9,31
13	Werte im Verlauf	7,67	7,54	7,81	8,52
20	der	7,96	7,37	9,28	7,69
30	Mangelfütterung	6,69	6,79	8,35	9,81

Tabelle III b.

Versuchstage	Untersuchungen	Entnahme	Anorganische Phosphorwerte während der Bestrahlung im ersten Versuchsteil, in mg%			
			Tier 1	Tier 2	Tier 3	Tier 4
33	nach der	5 Std. n. B.	6,70	6,70	7,25	7,8
34	1. Bestrahlung	24 Std. n. B.	7,13	8,50	8,17	8,17
37	nach der	5 Std. n. B.	6,86	6,86	6,16	6,16
38	2. Bestrahlung	24 Std. n. B.	6,63	5,91	5,47	6,49
41	nach der	5 Std. n. B.	7,70	6,94	7,87	7,43
42	3. Bestrahlung	24 Std. n. B.	6,65	6,57	6,90	6,26
48	n. einer Serie v. 6 Bestrahl.	5 Std. n. B.	6,35	6,54	6,88	7,37
49	an aufeinanderfolg. Tagen	24 Std. n. B.	5,72	5,25	6,16	7,13
			bestrahlt		unbestrahlt	

kann man durch den Vergleich dieser Lösungen mit dem Pulfrich Stufenphotometer den anorganischen Phosphorgehalt des Serums bestimmen.

Die anorganischen Phosphorwerte bei Normaltieren.

Krauß[21] hat nach den Methoden von Bell-Doisy und Briggs an 100 Schweinen die Werte für den anorganischen Serumphosphor bestimmt. Nach der Methode von Bell-Doisy stellte er Werte von 4,66 bis 10,10 mg% fest mit einem Mittelwert von 7,93 mg%. Nach der Briggs'schen Methode fand er die Werte zwischen 5,22 mg% und 11,1 mg% liegend. Der Durchschnittswert betrug dabei 8,83 mg%.

Die Werte, die ich bei den normalen Ferkeln bestimmte, schwankten zwischen 8,73 mg% und 9,92 mg%; der Mittelwert beträgt dabei 9,33 mg%. Krauß hält die Werte, die er mit der Briggs'schen Methode fand, für die genaueren. Es besteht, wenn man die Fehlergrenze, die jede dieser Methoden hat, in Mitrechenschaft zieht, eine ziemliche Uebereinstimmung zwischen den Werten, die Krauß mit der Briggs'schen Methode fand und den Werten, die ich mit dem Stufenphotometer bestimmte.

Tabelle IV a.

Versuchstage		Anorganische Phosphorwerte des zweiten Versuchsteils vor Beginn der Bestrahlung, in mg%		
		Tier 1	Tier 2	Tier 3
1	Werte im Verlauf	5,47	6,16	6,16
2	der	5,71	7,13	6,16
9	Mangelfütterung	6,16	6,16	6,16

Tabelle IV b.

Versuchstage	Untersuchungen	Entnahme	Anorganische Phosphorwerte während d. Bestrahlung im zweit. Versuchsteil, in mg%		
			Tier 1	Tier 2	Tier 3
14	nach der 5. Bestrahlung	60 Min. n. B.	6,19	7,14	6,05
15	nach der 6. Bestrahlung	45 Min. n. B.	5,94	5,94	6,89
16	nach der 7. Bestrahlung	45 Min. n. B.	6,88	7,90	6,88
17	nach der 8. Bestrahlung	90 Min. n. B.	6,88	6,62	6,88
17	nach der 9. Bestrahlung	30 Min. n. B.	6,38	6,88	6,88
18	nach d. 10. Bestrahlung	45 Min. n. B.	6,16	6,16	5,91
18	nach d. 11. Bestrahlung	10 Min. n. B.	6,62	7,38	5,91
			bestrahlt		unbestr.

Der Einfluß der Mangelfütterung auf den anorganischen Phosphorspiegel.

Wie aus den Tabellen III a und IV a hervorgeht, gelang es mittels der schon beschriebenen Mangelfütterung bei einigen Tieren eine gewisse Senkung der anorganischen Phosphorwerte bei den Ferkeln hervorzubringen. Schultzer[5] vermochte bei Mc Collum'scher rachitogener Kost bei Ratten eine Senkung der anorganischen Phosphorwerte von 10,0 mg% auf 5,6 mg% zu bewirken.

Der Einfluß der Ultraviolettbestrahlungen auf den anorganischen Serumphosphor.

Aus den Tabellen III b und IV b ist ersichtlich, daß es weder auf Einzel- noch auf Serienbestrahlungen gelang, den anorganischen Phosphorspiegel der Ferkel so zu beeinflussen, daß man daraus sichere Rückschlüsse auf Ansteigen oder Abfallen der Werte nach Ultraviolettlichteinwirkung hätte ziehen können. Vielleicht wären eindeutige Resultate erzielt worden, wenn es gelungen wäre, bei den Ferkeln eine regelrechte Rachitis mit stark gesenkten Phosphorwerten zu erzielen.

C. Cholesterin.

Auch bei der Beurteilung der Beeinflußbarkeit des Cholesterinspiegels des Serums durch ultraviolette Strahlen widersprechen sich die Ansichten der Autoren. Essinger und György[15] stellten mit der Bloor'schen Methode fest, daß sowohl nach leichter wie auch nach intensiver Bestrahlung mit ultravioletten Licht in den meisten Fällen eine Zunahme des Cholesterinspiegels des Serums erfolgt. Malczynski und Lankosz[36] bewirkten mit Ultraviolett-, Infrarot-, Grenz- und Röntgenstrahlen eine Steigerung des Blutcholesterins von Hunden. Bei den verschiedenen Strahlenarten lag das Maximum des Anstiegs zu verschiedenen Zeiten nach Aufhören der Bestrahlung. Liverani[37] sah auch nach Röntgenbestrahlung Erhöhung des Blutcholesterins bei Kaninchen. Er nimmt an, daß entweder die bestrahlten Gewebe das Cholesterin aktivieren, oder daß durch die Strahlen ausgelöste nervöse oder toxische Reize, die den Cholesterinstoffwechsel regulierenden Organe im Sinne von Funktionssteigerungen beeinflussen. Hubert[38] glaubt nach Bestrahlung mit Ultraviolett- oder mit Röntgenstrahlen bei gesunden Frauen einen Anstieg, bei carcinomkranken Frauen dagegen einen Abfall der Cholesterinwerte im Blutserum beobachtet zu haben. Roffo[39] konnte durch seine Untersuchungen zeigen, daß bestrahlte Hautpartien von Tieren mehr Cholesterin enthalten als unbestrahlte.

Marcialis und Chieffi[40] sprechen sich an Hand von Untersuchungen, die sie an bestrahlten Kaninchen gemacht haben, dahingehend aus, daß ultraviolette Strahlen im Cholesterinspiegel des

Blutes durchaus nicht regelmäßig eine Steigerung hervorrufen. Ornstein[41] machte Bestrahlungsversuche an 25 Patienten und untersuchte dann den Cholesteringehalt des Blutes. Dabei kam er zu dem Schluß, daß ultraviolette Strahlen den Cholesteringehalt des Blutes von Erwachsenen nicht eindeutig und sicher umstimmen.

Die Untersuchungsmethode.

Die Cholesterinbestimmungen führte ich mit dem Stufenphotometer von Pulfrich[42] aus. Zu 2 ccm Serum bringt man 20 ccm 25%iger Kalilauge. Nachdem das Gemisch 2 bis 3 Stunden auf dem siedenden Wasserbad erhitzt ist, wird das Cholesterin mit Chloroform daraus extrahiert. 10 ccm dieses Extraktes werden mit 2 ccm Essigsäureanhydrid und 2 ccm einer Mischung aus 9 Teilen Essigsäureanhydrid und 1 Teil konzentrierter Schwefelsäure zusammengebracht. Nachdem man dieses Gemisch 15 Minuten bei 35—37 Grad Celsius im dunklen Brutschrank auf dem Wasserbad erwärmt hat, erhält man die zur photometrischen Cholesterinbestimmung fertige Farblösung.

Eigene Untersuchungsergebnisse.

Tabelle Va.

Versuchstage		Cholesterinwerte des ersten Versuchsteils vor Beginn der Bestrahlung, in mg%			
		Tier 1	Tier 2	Tier 3	Tier 4
1	Werte der normalen	137,93	116,98	90,21	137,93
9	Tiere	103,59	86,71	112,90	72,75
13	Werte im Verlauf	95,44	94,28	61,11	66,93
20	der	135,02	108,83	135,61	104,18
30	Mangelfütterung	99,52	124,55	133,28	151,32

Tabelle Vb.

Versuchstage	Untersuchungen	Entnahme	Cholesterinwerte während der Bestrahlung im ersten Versuchsteil, in mg%			
			Tier 1	Tier 2	Tier 3	Tier 4
33	nach der	5 Std. n. B.	90,21	99,52	90,21	72,75
34	1. Bestrahlung	24 Std. n. B.	76,24	38,41	64,60	38,41
37	nach der	5 Std. n. B.	105,34	105,34	101,27	75,66
38	2. Bestrahlung	24 Std. n. B.	101,27	127,46	112,91	146,66
41	nach der	5 Std. n. B.	119,31	112,91	130,37	104,18
42	3. Bestrahlung	24 Std. n. B.	105,34	122,80	114,65	107,09
48	n. einer Serie v. 6 Bestrahl.	5 Std. n. B.	79,73	108,83	101,27	84,97
49	an aufeinanderfolg. Tagen	24 Std. n. B.	108,83	129,20	105,34	101,85
				bestrahlt		unbestrahlt

An Hand der Tabelle V a ist ersichtlich, daß es nicht gelang, durch die Mangelfütterung einen Abfall des Cholesterinspiegels des Serums der Versuchstiere zu bewirken. Die Werte am Ende der Mangelfütterung bewegen sich durchschnittlich auf derselben Höhe wie die der Normaltiere. Es zeigt sich allerdings kurz nach dem Bestrahlungsbeginn ein stärkeres Absinken des Cholesterinspiegels sämtlicher 4 Tiere, das sich aber nach kurzer Zeit wieder erholt hat.

Tabelle V b zeigt, daß im Verlaufe der Bestrahlungen sowohl die bestrahlten, wie auch die unbestrahlten Ferkel derart uncharakteristische Schwankungen in ihren Serumcholesterinwerten aufweisen, daß es ausgeschlossen ist, daraus irgendwelche Rückschlüsse auf das Verhalten des Serumcholesterinspiegels nach Ultraviolettlichtbestrahlung zu machen. Aus diesen Gründen verzichtete ich im zweiten Versuchsteil auf die weitere Durchführung der Cholesterinuntersuchungen.

Zusammenfassung.

1. Der Calciumspiegel des Serums von Ferkeln erfährt nach Einzelbestrahlung der Tiere mit ultraviolettem Licht keine eindeutige Veränderung, wird aber durch wiederholte starke Bestrahlungen im Sinne einer Steigerung beeinflußt.

2. Die Veränderungen des anorganischen Phosphorspiegels des Serums sind dabei nicht so eindeutig, daß sich daraus sichere Rückschlüsse in irgendeiner Richtung ziehen lassen.

3. Der Cholesterinspiegel des Serums bleibt durch ultraviolette Strahlen unbeeinflußt.

Für die Ueberlassung des vorliegenden Themas spreche ich Herrn Professor Dr. W. Pfannenstiel meinen aufrichtigen Dank aus. Herrn Dr. Töppler danke ich für die Unterstützung bei den tierexperimentellen Untersuchungen, die zur Durchführung meiner Arbeit erforderlich waren.

Literaturverzeichnis.

1. Rothman und Callenberg: Klin. Wochenschr. 1923, Nr. 37/38, S. 1751.
2. Fairhall: Americ. J. of. Physiol. Bd. 84, Nr. 2, S. 378—385, 1928.
3. Streimer und Fink: Strahlentherapie 50, 706—713.
4. Malczynski: C. r. Soc. Biol. Paris 113, S. 1300—1303, 1933.
5. Schultzer: Cpt. rend. des Séances de la soc. de biol. Bd. 93, Nr. 30, S. 1008—1010, 1925.
6. Lesné, Turpin und Zizine: Cpt. rend. des Séances de la soc. de biol. Bd. 91, Nr. 37, S. 1378—1379, 1924.
7. Grant und Gates: Proc. of the soc. f. exp. biol. a. med. Bd. 21, Nr. 5, S. 230—232, 1924.
8. Kroetz: Biochem. Z., Bd. 151, S. 449—466, 1924.
9. Woringer: Cpt. rend. des séances de la soc. de biol. Bd. 88. Nr. 15, S. 1160—63, 1923.
10. Swingle und Rhinhold: Americ. journ. of Physiol. Bd. 75, Nr. 1, S. 59—69, 1925.
11. Leicher: Strahlentherapie, Bd. 19, H. 2, S. 392—402, 1925.
12. Pincussen: Strahlentherapie, Band 45, 1932.
13. Reed und Tweedy: Americ. Journ. of Physiol., Bd. 76, Nr. 1, S. 54—58, 1926.
14. Henry und Ebeling: Arch. of neurol. a. Psychiatry, Bd. 16, Nr. 1, S. 48—54, 1926.
15. Denis und Corley: Proc. of the soc. f. exp. biol. a. med. Nr. 23, Nr. 2, S. 159, 1925.
16. Essinger und György: Biochem. Z. 149, 344, (1924).
17. Mayerson, Gunther und Laurens: Proc. of the soc. f. exp. biol. a. med., Bd. 22, S. 469—70 (1925).
18. Rosso und Cabitto: Clin. Pediatr. 15, S. 835—853 (1933).
19. Sinclair: Sci. Agricult. 9, S. 629—648 (1929).
20. Brinkmann und Billigheimer: Biochem. Z. 95, S. 101, 1919.
21. Schulz und Krüger: Handbuch der vergleichenden Physiologie, 1. Band, 1. Hälfte.
22. Krauß, Wolfgang: Ueber den Gehalt des Blutserums an Calcium und anorganischen Phosphor bei gesunden Schweinen. Zugl. Untersuchungen über die Phosphorbestimmungsmethoden von Bell-Doisy und Briggs. Physiol. Inst., Tierärztl. Hochschule Hannover, Hannover: Diss. 1930, 53 Seiten.
23. Cahane: C. r. Soc. Biol. Paris, 96, S. 1168, 1927.

24. Rominger und Meyer: Arch. Kinderheilkunde, 80, 195, 1927.
25. Goto: J. of biol. Chem. 1, 321, 1922.
26. Morgulis und Perley: Amer. J. Physiol. 89, 213—214, 1929.
27. Morgulis und Bollmann: Amer. J. Physiol. 84, 350, 1928.
28. Meglitzky: Z. ges. exper. Med. 55, 13, 1927.
29. Cori und Pucher: The Amer. Journ. of Roentg. 10, 738, 1923.
30. Kramer: Kongr. f. d. ges. innere Med. 29, 307, 1923 und 33, 444, 1924.
31. Lasch: Kongr. f. d. ges. innere Med. 20, 486, 1921.
32. Frontali: Verh. 1. internat. Kongr. Elektro-Radio-Biol. 1, 639 bis 643, 1935.
33. Stiemens und Heringa: Nederl. Tijdschr. Geneesk 1635—1639, 1933.
34. Orr, Magee und Henderson: Journ. of Physiol. Bd. 59, Nr. 1, S. 25—26, 1924.
35. Müller: Z. Kinderheilkunde 1935.
36. Malczynski und Lankosz: C. r. Soc. Biol. Paris 114, 1126—1128, 1933.
Malczynski: C. r. Soc. Biol. Paris 113, 1300—02, 1933.
Malczynski: C. r. Soc. Biol. Paris 111, 315—17, 1932.
Malczynski: C. r.Soc. Biol. Paris 99, 922—25, 1928.
37. Liverani: Arch. pharmacol. sper. 52, 53—66, 1931.
38. Hubert: Arch. gynäk. 146, 51—56, 1931.
— — Arch. gynäk. 149, 433—38, 1932.
— — Arch. gynäk. 151, 681—85, 1932.
39. Roffo: J. physiol. et. Path. gén. 30, 345—349, 1932.
40. Marcialis und Chieffi: Studi sassar. II, S. 8, 473—490, 1930.
41. Ornstein: C. r. Soc. Biol. Paris 103, 190—191, 1930.
42. Klinische Photometrie mit dem Pulfrich Photometer. Arbeitsvorschriften für Farbmessungen an Harn und Serum und für kolorimetrisch-analytische Bestimmungen im Kliniklaboratorium. Zusammengestellt und herausgegeben von Karl Zeiß, Jena in Zusammenarbeit mit Dr. Krebs, Assistent am Laboratorium der medizinischen Universitätsklinik, Jena.

Lebenslauf.

Ich, Hans Richard Vollmer wurde am 26. Februar 1913 in Bremen als Sohn des Ingenieurs Friedrich Richard Vollmer und seiner Ehefrau Stephanie geb. Baumann geboren. Nach dreijährigem Vorschulbesuch kam ich Ostern 1922 auf die Oberrealschule in Bremen Dechanatstr. Im März 1932 erhielt ich das Reifezeugnis dieser Schule. Im Sommersemester 1932 bezog ich die Universität in Tübingen, um Medizin zu studieren. Nach dem Sommersemester 1934 bestand ich dort die ärztliche Vorprüfung. Nach dem Wintersemester 1934/35 verließ ich Tübingen und studierte im Sommersemester 1935 in Kiel. Vom Wintersemester 1935/36 bis zum Sommersemester 1937 setzte ich meine medizinischen Studien in Marburg fort und bestand dort am 10. Januar 1938 das medizinische Staatsexamen.

Meine akademischen Lehrer waren:

In Tübingen: Dietrich, Dold, Geiger, Haffner, Harms, Heidenhain, Knoop, Kohlrausch, Lehmann, Meisenheimer, Oertel †.

In Kiel: Anschütz, Heine, Keßler, Klingmüller, Löhr, Schröder.

In Marburg: Baur †, Becher, Boeminghaus, Freudenberg, Förster, Gremels, Grüter, Habs, Kehrer, Klapp, Klewitz, Kestermann, Kretschmer, Laubender, Loebell, Neumann, Pfannenstiel, Rix, Ruete, Schornstein, Schrader, Schwenkenbecher, Uffenorde, Versé, Winkler.